

ICS 29.020

CCS M 15

**DB 65**

新疆维吾尔自治区地方标准

DB65/T 4729—2023

## 电力无线网络测试规范

Test specification of power wireless network

2024 - 02 - 23 发布

2024 - 04 - 10 实施

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 发布

目 次

前言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 缩略语 ..... 2

5 被测网络、测试内容及测试要求 ..... 2

6 测试系统及设备技术要求 ..... 3

7 干扰测试 ..... 3

8 基础信息测试 ..... 4

9 网络覆盖测试 ..... 6

10 网络性能测试 ..... 7

参考文献 ..... 12

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国网新疆电力有限公司电力科学研究院提出。

本文件由新疆维吾尔自治区工业和信息化厅归口并组织实施。

本文件起草单位：国网新疆电力有限公司电力科学研究院、国网新疆电力有限公司、国网新疆电力有限公司喀什供电公司、中国计量大学、中国电力科学研究院有限公司、国网福建省电力有限公司经济技术研究院、新疆大学、国网新疆电力有限公司信息通信公司、国网新疆电力有限公司乌鲁木齐供电公司、国网新疆电力有限公司阿克苏供电公司、国网新疆电力有限公司巴州供电公司、国网新疆电力有限公司奎屯供电公司、国网伊犁伊河供电有限责任公司、中国三峡新能源股份有限公司新疆分公司、国网新疆电力有限公司和田供电公司、国网新疆电力有限公司塔城供电公司。

本文件主要起草人：郭庆瑞、郭学让、王开科、于冰、李亚平、南东亮、张志军、解鹏、庄红山、张朋越、李峰、张强、孟萨出拉、唐元春、汪烈军、杨慧婷、何玲、郭江涛、罗瑞雪、姜威威、苏辉、何玮珊、范方俊、黎玉娥、马林、刘洋、许庆利、罗成、罗凯、赵仁涛、夏炳森、李明轩、邹振婉、王斌、叶波、樊树铭、张笑宇、王平、霍伟伟、黄建、刘恒、马弘历、钱亦晨、马玉涛、张静、冯龛、阿不力克木·阿不来提。

本文件实施应用中的疑问，请咨询国网新疆电力有限公司电力科学研究院。

对本文件的修改意见建议，请反馈至新疆维吾尔自治区工业和信息化厅（乌鲁木齐市友好南路179号）、国网新疆电力有限公司电力科学研究院（乌鲁木齐市高新技术产业开发区（新市区）恒达街200号）、新疆维吾尔自治区市场监督管理局（乌鲁木齐市新华南路167号）。

新疆维吾尔自治区工业和信息化厅 联系电话：0991-4536153；传真：0991-4536153；邮编：830000

国网新疆电力有限公司电力科学研究院 联系电话：0991-2918565；传真：0991-2918015；邮编：830011

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 联系电话：0991-2818750；传真：0991-2311250；邮编：830004

# 电力无线网络测试规范

## 1 范围

本文件规定了电力无线网络的被测网络、测试内容及测试要求。  
本文件适用于电力无线网络的验收及运行维护测试。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

YD/T 2783—2014 TD-LTE 路测系统的技术要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**电力无线网络 electric wireless network**

在电力系统中，利用无线技术为终端和业务系统提供接入与数据传输服务的网络。

注：包括电力无线专网及电力无线虚拟专网。

### 3.2

**电力无线专网 electric wireless private network**

电力公司主导建设、专用于电力业务，采用广域无线接入技术的通信网络系统。

注：包括230 MHz离散多载波电力无线通信系统、LTE-G 1800 MHz电力无线通信系统、5G NR-U电力无线通信系统。

### 3.3

**230 MHz 离散多载波电力无线通信系统 230 MHz power discrete multi-carrier wireless**

基于223 MHz～235 MHz频段电力授权的离散25 kHz频点，采用离散载波聚合及动态频谱共享等技术，通过时分双工传输方式为电力业务终端和业务系统提供宽带通信服务的通信系统。

注：包括LTE-G及IoT-G两种技术体制。

### 3.4

**LTE-G 1800 MHz 电力无线通信系统 long term evolution grid 1800 MHz electric wireless communication system**

基于1785 MHz～1805 MHz频段，采用LTE技术，为电力业务终端和业务系统提供宽带通信传输服务的通信系统。

### 3.5

**5G NR-U 电力无线通信系统 5G New Radio in Unlicensed Spectrum electric wireless communication system**

工作于5735 MHz～5835 MHz免许可频段，采用5G技术，为电力业务终端和业务系统提供宽带通信传输服务的通信系统。

### 3.6

#### 电力无线虚拟专网 **electric wireless VPN**

在运营商无线通信网络基础上，采用 VPN 和安全防护技术建立的专用虚拟网络，为终端提供无线接入与数据传输服务。

[来源：DL/T 2397—2021, 3.4]

### 3.7

#### 路测 **driving test**

使用测试设备沿指定的路线移动，进行不同类型的呼叫，记录测试数据，统计网络测试指标。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

FTP：文件传输协议（File Transfer Protocol）

GPS：全球定位系统（Global Positioning System）

IP：网际互连协议（Internet Protocol）

LEM0：雷莫连接器（Leon Mouttet）

PCI：物理小区标识（Physical Cell Identifier）

PING：数据包互联网络探测（Packet Internet Groper）

RF：射频（Radio Frequency）

RJ45：水晶头（Registered Jack 45）

RSRP：参考信号接收功率（Reference Signal Received Power）

RSSI：接收信号强度指示（Received Signal Strength Indicator）

SINR：信号与干扰加噪声比（Signal to Interference plus Noise Ratio）

SMA：A型射频同轴连接器（SubMiniature version A）

SMB：B型射频同轴连接器（SubMiniature version B）

USB：通用串行测试总线（Universal Serial Bus）

## 5 被测网络、测试内容及测试要求

### 5.1 被测网络

包括电力无线专网及电力无线虚拟专网。

### 5.2 测试内容

包括干扰测试、基础信息测试、网络覆盖测试、网络性能测试。

### 5.3 测试要求

如下：

- a) 电力无线专网在基站投运验收时，应开展干扰测试、基础信息测试、网络覆盖测试、网络性能测试；
- b) 电力无线专网在运行维护时，应每年至少开展 1 次网络覆盖测试、网络性能测试；
- c) 电力无线虚拟专网在运行维护时，应每年至少开展 1 次网络覆盖测试、网络性能验证测试。

## 6 测试系统及设备技术要求

### 6.1 路测系统

技术要求如下：

- a) 应具备小区参数测试、附着测试、切换测试、掉线率测试、吞吐量测试、时延及丢包率测试等功能；
- b) 路测软件与路测终端之间应支持通过 USB 接口连接计算机；
- c) 路测终端支持 200 MHz～5835 MHz 之间的频段，并符合 YD/T 2783—2014 中第 6 章的规定；
- d) 路测软件应能与路测终端适配，并符合 YD/T 2783—2014 中第 7 章的规定。

### 6.2 扫频系统

技术要求如下：

- a) 应具备干扰测试、网络覆盖测试等功能；
- b) 扫频软件与扫频仪之间应支持通过 USB 接口、RJ45 网线接口连接计算机；
- c) 扫频仪应支持 200 MHz～5835 MHz 之间的频段，并符合 YD/T 2783—2014 中第 8 章的规定；
- d) 扫频软件应与扫频仪适配，并允许配置扫描频段、扫描步长等参数，设置频谱模式、扫频模式等测试模式。

### 6.3 天线姿态测试仪

技术要求如下：

- a) 应具备天线方向角、天线倾角、天线挂高等测试功能；
- b) 天线方向角测试精度应优于  $\pm 5^\circ$ ，天线倾角测试精度应优于  $\pm 0.5^\circ$ ，天线挂高测试精度应优于 1 m。

### 6.4 FTP 服务器

技术要求如下：

- a) 应设置于电力无线专网核心网机房，采用默认服务端口号 21，具备文件上传、下载功能；
- b) 应支持不少于 20 线程同时访问。

## 7 干扰测试

### 7.1 测试目的

测试新建站周围的干扰频点。

### 7.2 测试拓扑图

如图1所示。

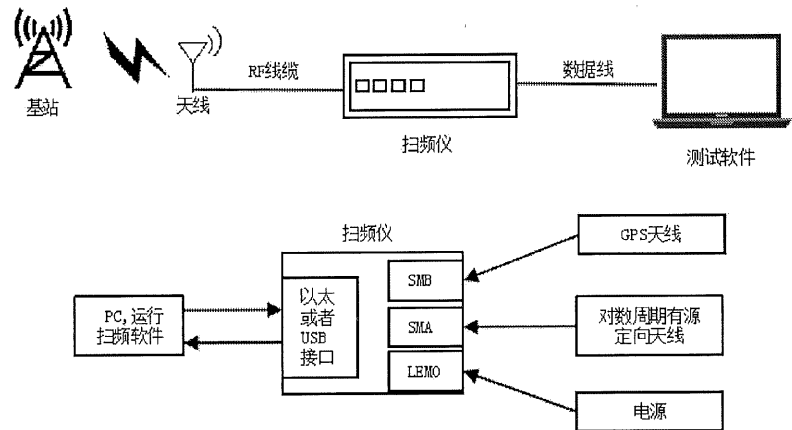


图1 干扰测试拓扑图

7.3 测试步骤

- 下列测试步骤适用于干扰测试：
- a) 将扫频仪连接扫频软件，并连接全向天线；
  - b) 启动扫频软件，测试模式设置为频谱模式，测试参数配置见表 1；
  - c) 围绕被测基站做移动测试，测试应涵盖本被测基站覆盖区域的主要道路；
  - d) 扫频软件自动生成测试数据。

表1 干扰测试参数配置表

| 无线通信系统                 | 频率范围              | 采样频率    |
|------------------------|-------------------|---------|
| 230 MHz离散多载波电力无线通信系统   | 223 MHz~235 MHz   | 1.6 kHz |
| LTE-G 1800 MHz电力无线通信系统 | 1785 MHz~1805 MHz | 1.6 kHz |
| 5G NR-U电力无线通信系统        | 5735 MHz~5835 MHz | 1.6 kHz |

7.4 判定结果

被测区域223 MHz~235 MHz、1785 MHz~1805 MHz、5735 MHz~5835 MHz底噪在-120 dBm以下则判定为不存在干扰，如存在干扰则在表2中记录干扰信息。

表2 干扰测试记录表

| 基站名称 | 干扰频点/MHz | RSSI/dBm |
|------|----------|----------|
|      |          |          |
|      |          |          |

8 基础信息测试

8.1 基站天馈信息测试

8.1.1 测试目的

验证基站天馈信息与规划数据的一致性。

8.1.2 测试步骤

- 下列测试步骤适用于基础信息测试：
- a) 启动天线姿态测试仪；
  - b) 利用天线姿态测试仪测试基站天线方向角、天线倾角、天线挂高；
  - c) 核查并记录表 3 所示内容。

表3 基站天线信息测试记录表

| 基站名称 | 扇区名称       | 方向角/° | 下倾角/° | 挂高/m | 是否一致 |
|------|------------|-------|-------|------|------|
|      | 1扇区天线（规划值） |       |       |      |      |
|      | 1扇区天线（实际值） |       |       |      |      |
|      | 2扇区天线（规划值） |       |       |      |      |
|      | 2扇区天线（实际值） |       |       |      |      |
|      | 3扇区天线（规划值） |       |       |      |      |
|      | 3扇区天线（实际值） |       |       |      |      |

8.1.3 合格判定结果

被测小区天线方向角、天线倾角、天线挂高应与规划数据一致。

8.2 基站位置信息测试

8.2.1 测试目的

验证基站位置信息与规划数据的一致性。

8.2.2 测试步骤

- 下列测试步骤适用于基站位置信息测试：
- a) 连接测试计算机和 USB GPS；
  - b) 启动 USB GPS；
  - c) 在基站下方通过 USB GPS 采集站点经纬度；
  - d) 核查并记录表 4 所示内容。

表4 基站位置信息测试记录表

| 基站名称 | 记录项目 | 经度/° | 纬度/° | 是否一致 |
|------|------|------|------|------|
|      | 规划值  |      |      |      |
|      | 实际值  |      |      |      |

8.2.3 合格判定结果

被测小区经纬度信息应与规划数据一致。

8.3 基站小区参数测试

8.3.1 测试目的

验证基站小区参数与规划数据的一致性。



8.3.2 测试拓扑图

如图2所示。

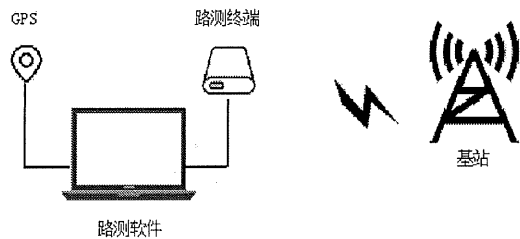


图2 基站小区参数测试拓扑图

8.3.3 测试步骤

下列测试步骤适用于基站小区参数测试：

- a) 连接路测终端和路测软件；
- b) 控制路测终端成功接入无线网络；
- c) 通过路测终端采集频点、PCI 等数据；
- d) 核查并记录表 5 所示内容。

表5 基站小区参数测试记录表

| 基站名称 | 记录项目 | 频点/MHz | PCI | 是否一致 |
|------|------|--------|-----|------|
|      | 规划值  |        |     |      |
|      | 实际值  |        |     |      |

8.3.4 合格判定结果

被测小区频点、PCI应与规划数据一致。

9 网络覆盖测试

9.1 测试目的

测试电力业务区域内无线网络覆盖情况。

9.2 测试拓扑图

如图1所示。

9.3 测试步骤

下列测试步骤适用于网络覆盖测试：

- a) 连接扫频仪和扫频软件；
- b) 启动扫频软件，测试模式设置为扫频模式；
- c) 在规划电力业务区域内做路测；
- d) 扫频软件自动生成路测时长、平均移动速度、平均 RSRP、平均 SINR、总体覆盖率等的测试结果；

e) 在表 6 中记录测试结果。

表6 网络覆盖测试记录表

| 基站名称 | 路测时长/s | 平均移动速度/<br>(km/h) | 平均RSRP/dBm | 平均SINR/dB | 总体覆盖率/% |
|------|--------|-------------------|------------|-----------|---------|
|      |        |                   |            |           |         |
|      |        |                   |            |           |         |

9.4 合格判定结果

被测区域平均RSRP、平均SINR等指标正常，在A+、A类地区规划目标覆盖区域内无线网络总体覆盖率应满足RSRP≥-103 dBm且SINR≥-3 dB的位置不低于95%，在B、C、D类地区不低于90%。

注：A+类地区主要为直辖市的市中心区以及省会城市（计划单列市）的高负荷密度区；A类地区主要为省会城市（计划单列市）的市中心区、直辖市的市区以及地级市的高负荷密度区；B类地区主要为地级市的市中心区、省会城市（计划单列市）的市区，以及经济发达的县城；C类地区主要为县城、地级市的市区以及经济发达的中心城镇；D类地区主要为县城、城镇以外的乡村、农林场。

10 网络性能测试

10.1 附着测试

10.1.1 测试目的

测试终端开机时的网络附着成功率及附着时延。

10.1.2 测试拓扑图

如图2所示。

10.1.3 测试步骤

下列测试步骤适用于附着测试：

- a) 连接路测终端和路测软件；
- b) 终端锁定被测小区频点和 PCI；
- c) 使终端驻留在被测小区待测小区的近点位置；
- d) 控制终端重新发起附着流程附着到被测小区（可手动控制或者软件自动设置）；
- e) 使用路测软件发起 ping 测试，并自动生成测试结果；
- f) 如果 ping 测试成功，则判定本次网络附着成功，并在表 7 中记录测试结果；
- g) 控制终端做去附着；
- h) 重复 2 次步骤 d) 至 g)。

表7 附着测试记录表

| 基站名称 | PCI | 第一次附着时延/ms | 第二次附着时延/ms |
|------|-----|------------|------------|
|      |     |            |            |
|      |     |            |            |

10.1.4 合格判定结果

路测终端可正常附着到被测小区，附着成功率应达到100%，附着时延应小于240 ms。

10.2 切换测试

10.2.1 测试目的

测试终端在数据传输状态下的切换性能。

10.2.2 测试拓扑图

如图3所示。



图3 切换测试拓扑图

10.2.3 测试步骤

下列测试步骤适用于切换测试：

- a) 连接测试终端和测试软件；
- b) 路测终端发起附着，接入网络；
- c) 配置FTP下载测试参数，如表8所示；
- d) 开始下行FTP测试；
- e) 围绕被测基站做移动测试，测试应涵盖本被测基站覆盖区域的主要道路；
- f) 路测软件自动生成切换测试数据；
- g) 在表9中记录测试结果。

表8 切换测试参数配置表

| 参数    | 值               |
|-------|-----------------|
| IP地址  | xxx.xxx.xxx.xxx |
| 端口    | 21（默认）          |
| 最大线程数 | 10              |

表9 切换测试记录表

| 基站名称 | 切换成功次数 | 切换尝试次数 | 切换成功率/% | 最大切换时延/ms |
|------|--------|--------|---------|-----------|
|      |        |        |         |           |
|      |        |        |         |           |

10.2.4 预期结果

测试区域内小区间切换信令流程正确，小区间切换正常，终端切换成功率应达到95%，小区间最大切换时延应小于1200 ms。

10.3 掉线率测试

10.3.1 测试目的

测试终端在移动过程中连接保持性能。

10.3.2 测试拓扑图

如图3所示。

10.3.3 测试步骤

- 下列测试步骤适用于掉线率测试：
- a) 连接路测终端和路测软件；
  - b) 控制路测终端发起呼叫，接入网络；
  - c) 配置 FTP 下载测试参数，如表 10 所示；
  - d) 开始下行 FTP 测试；
  - e) 围绕基站做移动测试，测试应涵盖被测基站覆盖区域内的主要道路；
  - f) 控制终端释放呼叫；
  - g) 路测软件自动生成测试数据；
  - h) 重复 10 次步骤 b) 至 g)；
  - i) 在表 11 中记录测试结果。

表10 掉线率测试参数配置表

| 参数    | 值               |
|-------|-----------------|
| IP地址  | xxx.xxx.xxx.xxx |
| 端口    | 21（默认）          |
| 最大线程数 | 10              |
| 测试时长  | 30 s            |

表11 掉线率测试记录表

| 基站名称 | 掉线次数 | 连接建立次数 | 掉线率（%） |
|------|------|--------|--------|
|      |      |        |        |
|      |      |        |        |

10.3.4 合格判定结果

呼叫过程中信令流程正确，过程结束能正常地释放与本次呼叫有关的资源，掉线率0%。

10.4 吞吐量测试

10.4.1 测试目的

测试单基站覆盖区域内的数据吞吐量。

10.4.2 测试拓扑图

见图3。

10.4.3 测试步骤

- 下列测试步骤适用于吞吐量测试：
- a) 连接路测终端和路测软件；
  - b) 控制路测终端接入无线网络，测试参数配置见表 12；
  - c) 围绕被测基站做上行、下行的 FTP 测试（宜同时 10 线程），持续时间为上行 60 s、下行 60 s，测试应涵盖本被测基站覆盖区域的主要道路；
  - d) 路测软件自动生成测试结果；
  - e) 在表 13 中记录上行、下行 FTP 速率峰值和平均值。

表12 吞吐量测试参数配置表

| 参数    | 值               |
|-------|-----------------|
| IP地址  | xxx.xxx.xxx.xxx |
| 端口    | 21（默认）          |
| 最大线程数 | 10              |

表13 吞吐量测试记录表

| 基站名称 | 平均上传速率/Mbps | 峰值上传速率/Mbps | 平均下载速率/Mbps | 峰值下载速率/Mbps |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|      |             |             |             |             |
|      |             |             |             |             |

10.4.4 合格判定结果

呼叫过程中信令流程正确，过程结束能正常地释放与本次呼叫有关的资源，统计的上传、下载平均速率应与终端能力等级相当，大于该配置下理论速率的80%以上。

10.5 时延及丢包率测试

10.5.1 测试目的

验证在单基站覆盖区域内的数据传输时延及丢包率。

10.5.2 测试拓扑图

见图3。

10.5.3 测试步骤

- 下列测试步骤适用于时延及丢包率测试：
- a) 连接路测终端和路测软件；
  - b) 控制路测终端接入网络中；
  - c) 配置 ping 测试参数如表 14 所示；
  - d) 利用路测软件开始 ping 测试；
  - e) 围绕基站做移动测试，测试应涵盖被测基站覆盖区域内的主要道路；
  - f) 路测软件自动生成测试数据；
  - g) 在表 15 中记录测试结果。

表14 时延及丢包率测试参数配置表

| 参数             | 值                  |
|----------------|--------------------|
| ping包大小        | 32 Byte            |
| IP地址(FTP服务器地址) | xxx. xxx. xxx. xxx |
| ping次数         | 100                |

表15 时延及丢包率测试记录表

| 基站名称 | ping包大小/B | 丢包率/% | 平均时延/ms | 最大时延/ms | 最小时延/ms |
|------|-----------|-------|---------|---------|---------|
|      |           |       |         |         |         |
|      |           |       |         |         |         |

注：若测试过程中因个别偶然性较大值影响结果，可选择重新测试。

#### 10.5.4 合格判定结果

ping测试成功率应为100%，丢包率应小于5%，时延应符合电力业务要求。

参 考 文 献

- [1] DL/T 2397—2021 电力无线虚拟专网技术规范
-